

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-026367

(43)Date of publication of application : 28.01.1997

(51)Int.Cl.

G01L 1/10

G01B 7/16

H01L 29/84

(21)Application number : 07-175883

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 12.07.1995

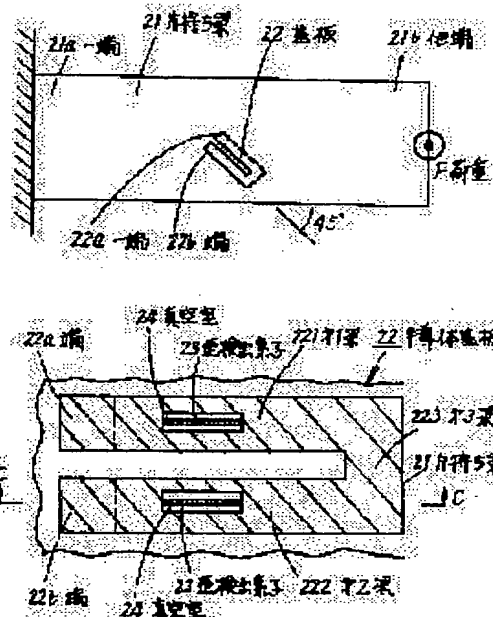
(72)Inventor : FUKUHARA SATOSHI  
IKEDA KYOICHI

(54) STRAIN DETECTING SENSOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the effect of a thermal strain by fitting a base formed into the shape of U by joining two parallel beams by another beam to a place where repugnant stresses are applied to the two parallel beams respectively and where a shearing force of an object of measurement is generated by the impression of a load on the opposite ends of the base, and providing strain detecting elements on the neutral axes of the parallel beams.

**SOLUTION:** One end 21a of a cantilever 21 made of aluminum is fixed and a measuring load F is impressed on the other end 21b. A base 22 made of silicon is made up of a first beam 221, a second beam 222 parallel thereto and a third beam 223 joining these beams in the shape of U. The opposite ends 22a and 22b of the base 22 are set at a place where a shearing force of an object of measurement is generated by the impression of the load F so that a tensile force is applied to the beam 221 and a compressive force to the beam 222, for instance, with the central axis of the base 22 inclined at an angle of 45 degrees to the axial direction of the cantilever 21. Strain detecting elements 23 are provided on the neutral axes of the beams 221 and 222 and thereby, the respective tensile and compressive strains of the beams are detected. By taking a difference between signals from the two elements 23, the load F can be detected and also the effect of a temperature strain is canceled.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-26367

(43) 公開日 平成9年(1997)1月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 L 1/10			G 0 1 L 1/10	A
G 0 1 B 7/16			H 0 1 L 29/84	A
H 0 1 L 29/84			G 0 1 B 7/18	A

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-175883

(22) 出願日 平成7年(1995)7月12日

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72) 発明者 福原 聡

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内

(72) 発明者 池田 恭一

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内

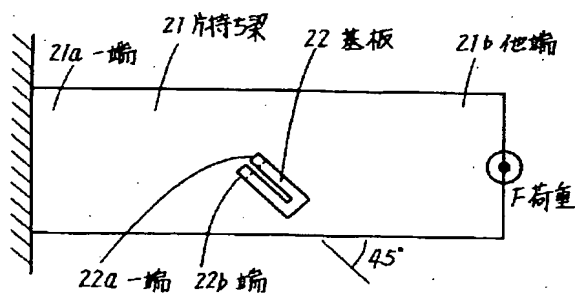
(74) 代理人 弁理士 渡辺 正康

(54) 【発明の名称】 歪検出センサ

(57) 【要約】

【目的】 測定体との熱膨張係数差による熱歪の影響が  
少ない高感度の歪検出センサを提供する。

【構成】 第1梁と該第1梁と平行に設けられた第2梁  
と前記第1梁と該第2梁とを連結し全体としてU字形を  
構成する第3梁とからなり前記第1梁に引張り前記第2  
梁に圧縮力或いは前記第1梁に圧縮力前記第2梁に引張  
力が加わる様に両端が測定荷重の印加により測定対象物  
の剪断力が生じる個所に取付られた半導体或いはバイレ  
ックスガラスよりなる基板と、該基板の少なくとも第1  
梁或いは第2梁の中立軸に設けられ当該梁の引張或いは  
圧縮歪を検出する歪検出素子とを具備する歪検出センサ  
である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】第1梁と該第1梁と平行に設けられた第2梁と前記第1梁と該第2梁とを連結し全体としてU字形を構成する第3梁とからなり前記第1梁に引張力前記第2梁に圧縮力或いは前記第1梁に圧縮力前記第2梁に引張力が加わる様に両端が測定荷重の印加により測定対象物の剪断力が生じる個所に取付られた半導体或いはバイレックスガラスよりなる基板と、  
該基板の少なくとも第1梁或いは第2梁の中立軸に設けられ当該梁の引張或いは圧縮歪を検出する歪検出素子とを具備する歪検出センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、測定体との熱膨張係数差による熱歪の影響が少ない高感度の歪検出センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図12は従来より一般に使用されている従来例の要部構成説明図で、例えば、本願出願人の出願した、特開昭64-10139号（特願昭62-166176号）発明の名称「振動形トランスデューサの製造方法」、昭和62年7月2日出願に示されている。図13は、図12のA-A断面図である。

【0003】図において、1は半導体単結晶基板で、2は半導体基板1に設けられ、測定圧 $P_m$ を受圧する測定ダイアフラムである。3は測定ダイアフラム2に埋込み設けられた歪み検出センサで、振動梁3が使用されている。

【0004】4は封止用の半導体エピタキシャル成長層からなるシェルで、振動梁3を測定ダイアフラム2に封止する。振動梁3の周囲の、振動梁3と、測定ダイアフラム2およびシェル4との間には真空室5が設けられている。

【0005】振動梁3は、永久磁石（図示せず）による磁場と、振動梁3に接続された閉ループ自励発振回路（図示せず）とにより、振動梁3の固有振動で発振するように構成されている。

【0006】以上の構成において、測定ダイアフラム2に測定圧力 $P_m$ が加わると、振動梁3の軸力が変化し、固有振動数が変化するため、発振周波数の変化により測定圧力 $P_m$ の測定が出来る。

【0007】この様な、振動梁3を利用した、振動式歪検出センサのユニットは感度（ゲージファクタ）が500～3000と高いものが得られる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】図14は、振動式歪検出センサのユニットを片持ち梁の歪検出に使用した一例である。図15は図14のB-B断面図である。

【0009】図において、11は振動梁、12は振動梁11の周囲に設けられた真空室、13はシリコン単結晶

の基板である。

【0010】14はシリコン基板13が取付られたアルミニウムよりなる片持ち梁である。片持ち梁14の一端14aは固定され、他端14bに測定荷重Fが印加される構成となっている。

【0011】以上の構成において、片持ち梁14の他端14bに測定荷重Fが印加されると、振動梁11は、測定荷重Fによる片持ち梁14に発生した歪を検出する。この様に、振動式歪検出センサのユニットは、感度よく歪を検出できる。

【0012】しかしながら、測定歪は、測定される構造物に発生するものであり、構造物全体を単結晶のシリコンで構成することは困難であり、高価となる。一般には、図14に示す如く、構造物には金属が使用される。

【0013】このため、振動式歪検出センサのユニットと測定対象物との熱膨張係数の差による熱歪の影響を受け、温度誤差が大きくなってしまう。

【0014】次に、一般的に知られている抵抗ストレインゲージは、測定体の材料に合わせて作られたものを組み合わせ、測定体に接着等の方法により取付使用される。しかし、抵抗ストレインゲージは、感度（ゲージファクタ）がほぼ2と低く、また、測定体との熱膨張係数のミスマッチによる温度誤差も大きい。このため、測定精度が悪い。

【0015】本発明は、この問題点を、解決するものである。本発明の目的は、半導体よりなる歪検出素子を、U字形の基板に形成し、基板に伝わる測定体の熱膨張歪と測定歪が直交する様に構成して、温度歪の影響を除去して、測定体との熱膨張係数差による熱歪の影響が少ない高感度の歪検出センサを提供するにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明は、第1梁と該第1梁と平行に設けられた第2梁と前記第1梁と該第2梁とを連結し全体としてU字形を構成する第3梁とからなり前記第1梁に引張力前記第2梁に圧縮力或いは前記第1梁に圧縮力前記第2梁に引張力が加わる様に両端が測定荷重の印加により測定対象物の剪断力が生じる個所に取付られた半導体或いはバイレックスガラスよりなる基板と、該基板の少なくとも第1梁或いは第2梁の中立軸に設けられ当該梁の引張或いは圧縮歪を検出する歪検出素子とを具備する歪検出センサを構成したものである。

【0017】

【作用】以上の構成において、測定対象物に測定荷重が印加されると、測定対象物の剪断力が生じる個所に取付られた基板の第1梁には引張力、第2梁には圧縮力、あるいは、第1梁には圧縮力、第2梁には引張力が発生する。第1梁或いは第2梁に取付られた歪検出素子により歪を検出する。

【0018】次に、測定対象物が周囲温度の変化等によ

り熱膨張した場合に、熱歪は第1梁或いは第2梁の中立軸に直交する方向に働き、U字形状の基板の両端を開く様に作用する。しかし、歪検出素子は、第1梁或いは第2梁の中立軸に設けられているので、第1梁或いは第2梁の曲げ変形には影響されない。以下、実施例に基づき詳細に説明する。

【0019】

【実施例】図1は本発明の一実施例の要部構成説明図で、片持ち梁の歪検出に使用した一例を示す。図2は、図1の側面図である。図において、

【0020】21は、アルミニウムよりなる片持ち梁である。片持ち梁21の一端21aは固定され、他端21bに測定荷重Fが印加される構成となっている。22は、シリコンからなる基板である。

【0021】基板22は、図3に示す如く、第1梁221と、第1梁221と平行に設けられた第2梁222と、第1梁221と第2梁222とを連結し、全体としてU字形を構成する第3梁223とからなる。

【0022】基板22の両端22a、22bは、図4に示す如く、第1梁221に引張力が第2梁222に圧縮力が、或いは第1梁221に圧縮力が第2梁222に引張力が加わる様に、基板22の測定荷重の印加により測定対象物の剪断力が生じる個所に取付られている。

【0023】この場合は、図1に示す如く、主応力が最大になるように、片持ち梁21の軸方向に対して、基板22の中心軸は45°をなす。23は、基板22の少なくとも第1梁221、或いは第2梁222の中立軸に設けられ、第1梁221、或いは第2梁222の引張或いは圧縮歪を検出する半導体よりなる歪検出素子である。

【0024】この場合は、振動形歪み検出素子が2個使用されている。24は、基板22に設けられ、振動形歪み検出素子23の周囲を囲む真空室である。

【0025】以上の構成において、片持ち梁21に測定荷重Fが印加されると、図5に示す如く、測定荷重Fによって、片持ち梁21は曲げF<sub>0</sub>をうけ、片持ち梁21の一方の表面には引張歪が発生する。

【0026】そして、片持ち梁21において、端部22a、22bが取付けられている個所には剪断力τが発生する。而して、この場合は、主として、第1梁221には引張力F<sub>1</sub>、第2梁222には圧縮力F<sub>2</sub>が発生する。

【0027】第1梁221或いは第2梁222に取付けられた歪検出素子23により、歪が検出される。この場合は、第1梁221と第2梁222との2個所に、歪検出素子23は取付けられている。

【0028】次に、片持ち梁21が周囲温度の変化等により熱膨張した場合には、図6に示す如く、熱歪ε<sub>t</sub>は第1梁221或いは第2梁222の中立軸に直交する方向に働き、U字形状の基板22の両端22a、22bを開く様に作用する。

【0029】本実施例においては、片持ち梁21はアル

ミニウムであり、基板22はシリコンである。アルミニウムとシリコンの熱膨張係数は、それぞれ $2.3 \times 10^{-6}$ 、 $2.3 \times 10^{-6} \text{ cm}/^\circ\text{C}$ である。その差による熱歪ε<sub>t</sub>は固定端22a、22bに直角に働き、U字形状の基板22を開く様に作用する。

【0030】しかし、歪検出素子23は、第1梁221或いは第2梁222の中立軸A<sub>n</sub>に設けられているので、第1梁221或いは第2梁222の曲げ変形には影響されない。

10 【0031】この結果、測定材との熱膨張係数の差による熱歪の影響を受けない、高感度の歪検出センサが得られる。なお、図3に示す如く、歪検出素子23を2個配置してその検出信号を差動演算することにより、歪検出素子23固有の温度係数の影響をも除く事ができる。

【0032】図7、図8に、FEM解析結果を示す。図中、αは引張り、βは圧縮を示す。図7は、荷重による歪分布のFEM解析結果であり、第1梁221と第2梁222とで、非対称な歪が発生している。2個の歪検出素子23からの信号の差を取ると、測定荷重を検出する事ができる。

20 【0033】図8は、温度による歪分布のFEM解析結果であり、第1梁221と第2梁222とで、対称な歪が発生している。2個の歪検出素子23を対称に配置し、2個の歪検出素子23からの信号の差を取ると、温度歪の影響をキャンセルできる。図9は、本発明の歪検出センサを電子秤に利用した実施例である。

【0034】上皿天秤31に測定重り32を載せると、荷重に相応した撓みが、片持ち梁21に生じる。この歪が、振動子23の長手方向の歪として検出される。測定重り32により受けた力は、振動子23の固有振動数の変化として検出される。

【0035】この結果、測定荷重32を測定する事ができる。33はF/V変換器、34は表示器である。

【0036】なお、図10に示す如く、水晶振動子41をU字形に構成して、歪を直接検出しようとする従来例があるが、図11に示す如く、振動子41に感度を持たせると、変形し易くなって、剪断力τによるモーメントMによって、振動子41が曲げを受けて変形する。

40 【0037】この結果、剪断歪は変形により吸収され、振動子41に加わる軸歪は小さくなり、感度が低下する。これに対し、本発明では、振動子23は、基板22上に構成されており、基板22は十分な曲げ剛性を得る事ができるため、簡単に変形し難く、高感度が実現出来る。

【0038】なお、前述の実施例においては、基板22はシリコンよりなると説明したが、これに限ることはなく、例えば、ガリウムでも良い。要するに、半導体であれば良い。

【0039】或いは、基板22は、バイレックスガラスでも良い。バイレックスガラスは測定対象物に多く採用

される金属等に、陽極接合により接合出来る。接着剤を使用せずに接合できるので、接着剤の欠点であるヒステリシスやクリープの恐れを回避出来、ヒステリシスやクリープの少ない歪検出センサが得られる。

【0040】また、歪検出素子23は、振動子でなくピエゾ抵抗素子を使用しても良い。一般に、ピエゾ抵抗素子は金属フォイルゲージに比べて50倍以上の高感度を実現出来るものである。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、第1梁と該第1梁と平行に設けられた第2梁と前記第1梁と該第2梁とを連結し全体としてU字形を構成する第3梁とからなり前記第1梁に引張力前記第2梁に圧縮力或いは前記第1梁に圧縮力前記第2梁に引張力が加わる様に両端が測定荷重の印加により測定対象物の剪断力が生じる個所に取付られた半導体或いはバイレックスガラスよりなる基板と、該基板の少なくとも第1梁或いは第2梁の中立軸に設けられ当該梁の引張或いは圧縮歪を検出する歪検出素子とを具備する歪検出センサを構成した。

【0042】この結果、測定材との熱膨張係数の差による熱歪の影響を受けない、高感度の歪検出センサが得られる。

【0043】従って、本発明によれば、測定体との熱膨張係数差による熱歪の影響が少ない高感度の歪検出センサを実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の要部構成説明図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】図1の要部詳細構成説明図である。

【図4】図2のC-C断面図である。

\*【図5】図1の動作説明図である。

【図6】図1の動作説明図である。

【図7】図1の動作説明図である。

【図8】図1の動作説明図である。

【図9】本発明の一利用例の要部構成説明図である。

【図10】図1の効果説明図である。

【図11】図10の動作説明図である。

【図12】従来より一般に使用されている従来例の構成説明図である。

10 【図13】図12のA-A断面図である。

【図14】図12の利用例の要部構成説明図である。

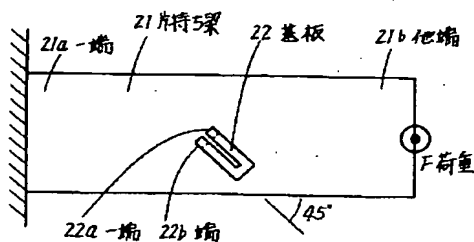
【図15】図14のB-B断面図である。

【符号の説明】

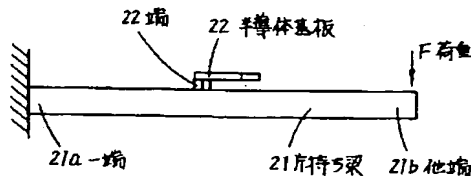
- 21 片持ち梁
- 21a 一端
- 21b 他端
- 22 基板
- 22a 端
- 22b 端
- 20 221 第1梁
- 222 第2梁
- 223 第3梁
- 23 歪み検出素子
- 24 真空室
- 31 上皿天秤
- 32 測定荷重
- 33 F/V変換器
- 34 表示器
- 41 水晶振動子

\*30

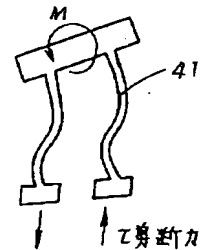
【図1】



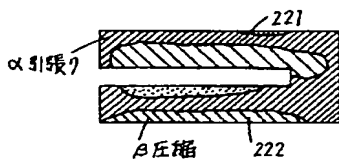
【図2】



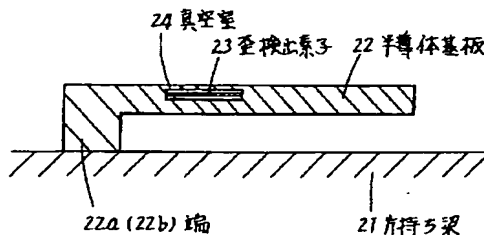
【図11】



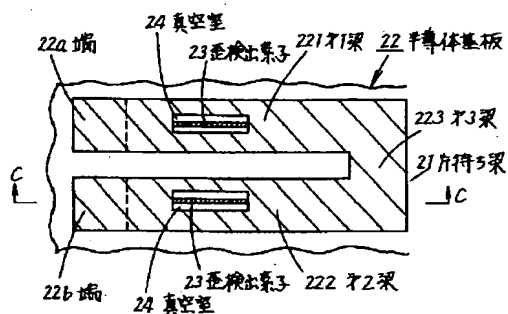
【図7】



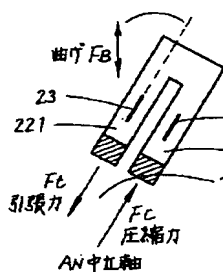
【図4】



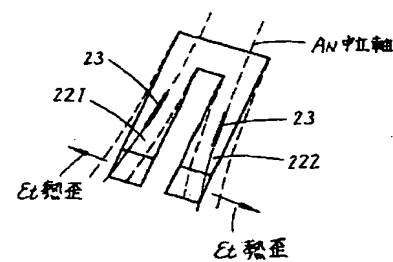
【図3】



【図5】

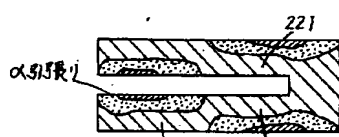


【図6】

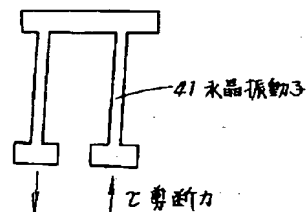
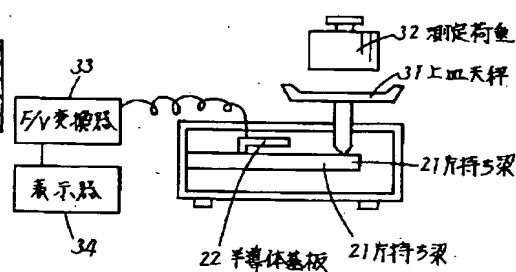


【図10】

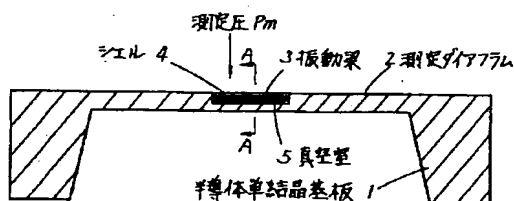
【図8】



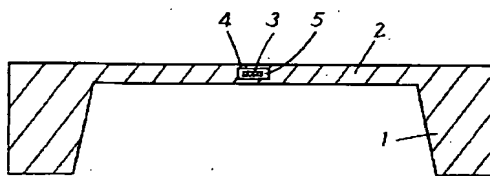
【図9】



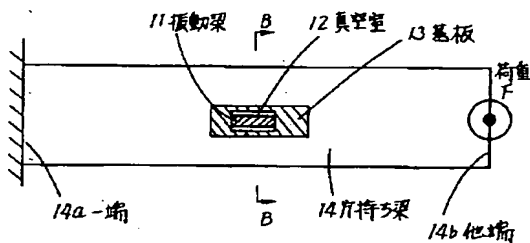
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

